

Desain Dan Analisis Sistem Kontrol Beban Lebih Pada Listrik Rumah Tinggal Dengan Multi Grup

Denny R. Pattiapon

Abstrak—Pembagian grup pada instalasi listrik rumah tinggal bertujuan untuk memperkecil gangguan pada instalasi. Problem yang sering dirasakan adalah apabila alat yang ingin dipakai tidak dapat dilayani (beban tersedia untuk tiap grup terlampau kecil). Untuk mengatasinya, maka di desain suatu sistem kontrol pemindahan beban pada instalasi listrik yang menggunakan pembagian grup, dimana jika terjadi pemakaian beban lebih pada grup I, maka sistem kontrol ini langsung memindahkan penyaluran beban ke grup II.

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi beban lebih pada instalasi rumah tinggal dengan multi grup dengan beban terpasang 2200 VA, dan dibagi menjadi 2 (dua) grup dengan beban setiap grup 1100 VA. Desain dimulai dengan merancang dan membuat sensor arus dengan output tegangan 9 Volt yang berfungsi untuk mengatur beban pada salah satu grup, mendesain perangkat lunak dan simulasi pada Smart relay, Smart relay yang dipakai adalah SR1 B102BD dan sistem pemindahan beban dengan menggunakan kontaktor.

Pengujian rancangan dan pembuatan sensor arus dilakukan pada grup I dengan menggunakan beban 2 (dua) lampu pijar 150 Watt, 4 (empat) lampu pijar 200 Watt, hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap beban pada grup I mencapai 1100 Watt, keluaran sensor arus sebesar 9 Volt, dan memicu Smart relay untuk memindahkan beban pada grup II.

Kata Kunci—Kesetimbangan beban, Sensor arus, Smart relay dan Kontaktor.

I. PENDAHULUAN

PEMBAGIAN grup pada instalasi listrik rumah tinggal bertujuan untuk memperkecil bidang gangguan pada instalasi dan memenuhi beberapa syarat terutama adalah pembagian beban harus merata (sama) untuk setiap grup. Problem yang sering dirasakan adalah apabila alat yang ingin dipakai tidak dapat dilayani (beban tiap grup yang tersedia terlampau kecil).

Untuk mengatasinya, maka di desain suatu sistem

kontrol pemindahan beban pada instalasi listrik yang menggunakan pembagian grup, dimana jika terjadi pemakaian beban lebih pada grup I, maka sistem kontrol ini langsung memindahkan penyaluran beban ke grup II.

Pada penelitian ini dilakukan desain dan pembuatan sensor arus, desain perangkat lunak serta simulasi pada Smart relay dan pemindahan beban dengan menggunakan kontaktor. Dengan desain sistem kontrol ini maka permasalahan pemakaian beban tiap grup dapat diatasi.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan desain dan analisis sistem kontrol pada instalasi rumah tinggal dengan multi grup dengan menggunakan Smart relay, merancang sensor arus dan kontaktor sebagai pemindahan beban. Parameter yang akan dibuktikan secara eksperimental dianalisa dan pengujian secara teoritis berdasarkan teori pendukung

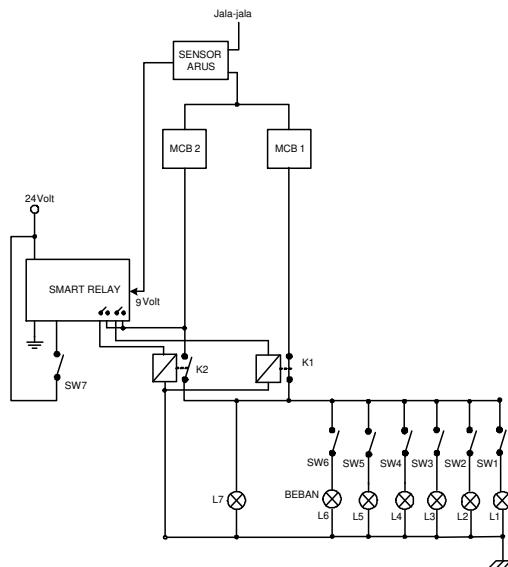
III. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

A. Perancangan Perangkat Keras

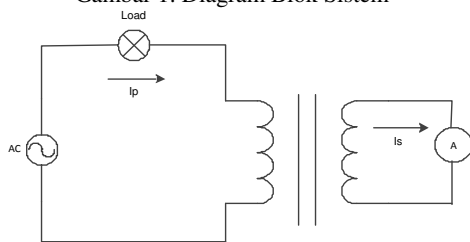
Tahap awal didalam melakukan penelitian adalah merancang perangkat keras. Perangkat keras terdiri atas beberapa blok sesuai dengan fungsinya. Proses perancangan perangkat keras dimulai dengan menggambarkan Diagram Blok seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.

B. Perancangan Sensor Arus

Sensor arus dirancang berdasarkan jumlah arus beban yang diinginkan. Didalam perancangan ini simulasi beban maksimal yang diijinkan ditentukan sebesar 1100 Watt. Kondisi ini menjadi dasar perancangan rangkaian sensor yang diimplementasikan dalam bentuk trafo arus seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.

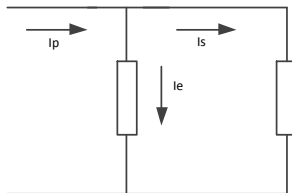


Gambar 1. Diagram Blok Sistem



Gambar 2. Trafo Arus

Trafo arus terdiri dari belitan primer dan belitan sekunder dan inti magnetik. Jika arus primer yang mengalir adalah I_p dan arus sekunder yang mengalir I_s . Rangkaian ekuivalen dari trafo arus ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Ekuivalen Trafo Arus

Dalam kenyataannya arus primer yang masuk ke sekunder sebagian akan masuk ke inti magnetik yang terdapat pada sekunder tersebut seperti terlihat pada persamaan 1.

$$I_s = \frac{N_p}{N_s} \times I_p - I_e \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

I_s : Arus Sekunder

I_p : Arus Primer

I_e : Arus rugi-rugi inti

Di dalam perancangan trafo arus jumlah belitan sekunder lebih banyak dibandingkan dengan jumlah belitan primer. Sehingga dapat diperoleh tegangan penginderaan 0,6 Volt pada sisi sekunder (ditentukan), pada saat beban mencapai 1100 Watt.

Karena masukan dari Smart relay untuk mengetahui besarnya beban adalah dalam bentuk tegangan, maka

keluaran trafo arus dikonversikan menjadi tegangan sehingga persamaan 1 dirubah menjadi

$$E_s = \frac{N_p}{N_s} \times E_p \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

E_s : Sumber tegangan sekunder

E_p : Sumber tegangan primer

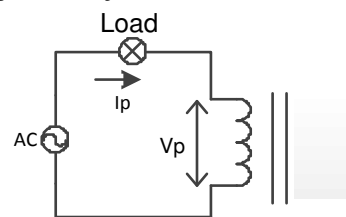
N_p : Jumlah belitan primer

N_s : Jumlah belitan sekunder

Perbandingan antara belitan primer dan belitan sekunder tanpa beban adalah

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dengan pendekatan praktis dibuat belitan primer dalam inti ferit seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.

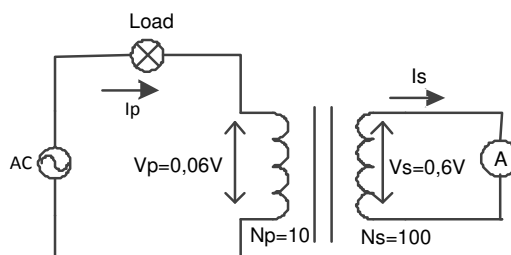


Gambar 4. Trafo Arus Belitan Primer

Jumlah belitan primer ditentukan sebanyak 10, pada saat dipasang beban 1100 Watt, tegangan drop terukur pada ujung-ujung belitan primer (V_p) = 0,06 Volt. Dengan memasukkan V_p , N_p , dan V_s , maka didapatkan:

$$\frac{0,06V}{0,6V} = \frac{10}{N_s}$$

Jadi jumlah belitan sekunder = 100. Sehingga trafo arus hasil rancangan secara lengkap ditunjukkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Trafo Arus Hasil Rancangan

C. Perancangan Penguat Tegangan

Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor arus sebesar 0,6 V_{AC} efektif.

Sehingga :

$$V_{max} = 0,6 \text{ Volt} \times \sqrt{2} = 0,848 \text{ Volt}$$

Setelah masuk ke dalam rangkaian penyearah gelombang penuh, maka tegangan rata-rata:

$$V_r \text{ DC} = V_{max} \times 0,6367 = 0,540 \text{ Volt}$$

Agar diperoleh tegangan keluaran pada Op-Amp sebesar 9 Volt, maka butuh penguatan sebesar :

$$A_v = 9 \text{ Volt} / 0,540 \text{ Volt} = 17 \text{ kali}$$

Gambar penguat tegangan ditunjukkan dalam Gambar 6.

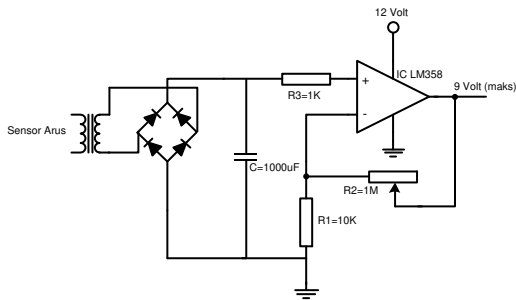
Dari Gambar 6 diperoleh persamaan (4) :

$$A_v = 1 + \frac{R_v}{R_1} \dots \dots \dots (4)$$

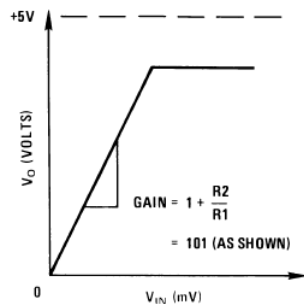
Dimana :

A_v : Penguatan tegangan

R_v/R_1 : merupakan gradient dari penguatan ditunjukkan dalam Gambar 7.



Gambar 6. Rangkaian Penguat Tegangan



Gambar 7. Non-Inverting DC gain gradient
Sumber : National Semiconductor

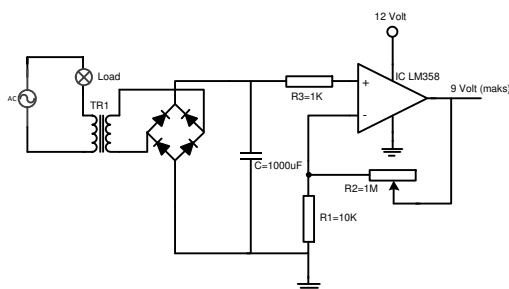
Jika didalam persamaan 4 ditentukan $R_1 = 10k$ maka didapatkan nilai R_v :

$$17 = 1 + \frac{R_v}{10k}$$

Jadi $R_v = 160k$, sehingga R_v diganti dengan potensiometer 1M. Gambar sensor arus lengkap hasil rancangan ditunjukkan dalam Gambar 8.

D. Penggabungan Smart relay dengan Kontaktor

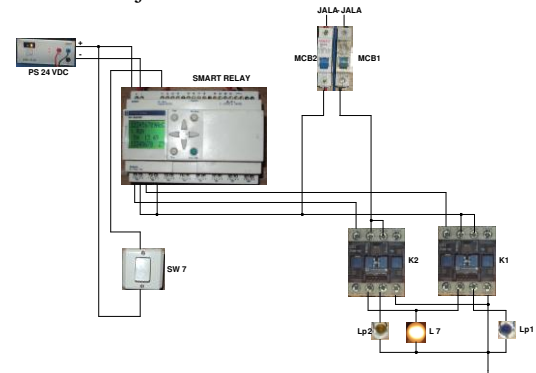
Pada pembahasan sebelumnya Smart relay yang digunakan yaitu Smart relay SR1 B102 BD dan kontaktor yang digunakan yaitu kontaktor LC1 D09 10 dimana terdapat 2 (dua) kontaktor yang ditandai dengan kontaktor 1 (K1) dan kontaktor 2 (K2) yang digunakan pada desain sistem kontrol ini.



Gambar8. Rangkaian Sensor Arus Lengkap

Untuk mengoperasikan Smart relay digunakan Power Supply (PS) 24 Volt DC, saklar (SW5) adalah saklar (I1) untuk ON/OFF pemrograman pada Smart relay,

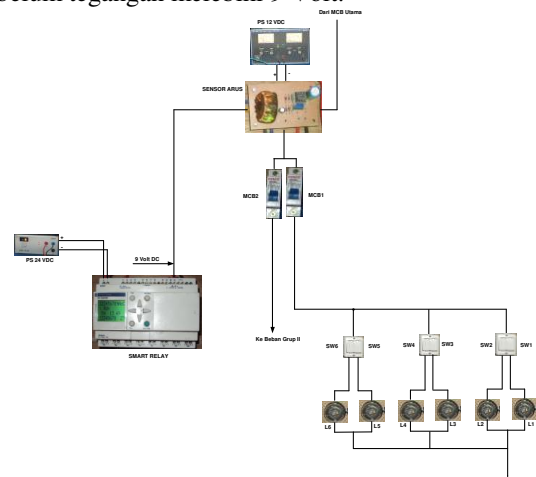
bekerjanya saklar (SW4) karna mendapat input dari power supply (PS), saklar (I1) ON maka semua kontak *normally open* (NO) akan menyambung, pada output Smart relay (Q1) akan bekerja coil kontaktor 1 (K1) ditandai dengan lampu pilot (Lp1) dan lampu (L7) menyala. Apabila beban L1 – L6 menyala maka sensor arus menunjukkan beban di MCB 1 telah melampaui batas atas (> 9 Volt) maka Smart relay akan memindahkan L7 dari kontaktor 1 (K1) ke kontaktor 2 (K2) atau dari grup I ke grup II, bila beban berkurang dan sensor arus menunjukkan tegangan ($< 8,9$ Volt) akan memindahkan beban L7 dari kontaktor 2 (K2) kembali ke kontaktor 1 (K1). Penggabungan Smart relay dan kontaktor ditunjukkan dalam Gambar 9.



Gambar9. Penggabungan Smart Relay dengan Kontaktor

E. Penggabungan Smart relay dengan Sensor arus

Penggabungan Smart relay dengan sensor arus ditunjukkan dalam Gambar 10. Sensor arus menghasilkan tegangan dan dimasukkan ke input analog Smart relay Ib dan Ic. Ib adalah batas bawah atau dibawah 8,9 Volt dan Ic adalah batas atas atau diatas 9 Volt, diantara 8,9 sampai 9 Volt menjadikan lampu L7 tetap tegangan mengunci di K2 apabila tegangan sensor arus belum dibawah 8,9 Volt, atau tetap mengunci di K1 sebelum tegangan melebihi 9 Volt.

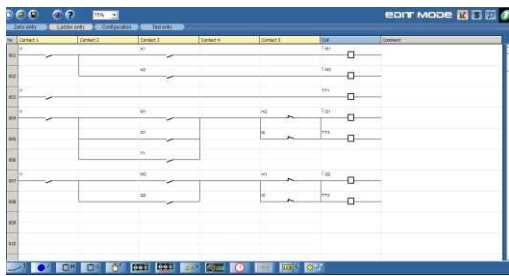


Gambar10. Penggabungan Smart Relay Dengan Sensor Arus

F. Perancangan Diagram Tangga

Pemrograman yang dipakai pada Smart relay adalah menggunakan software SR1 B102 BD. Bahasa pemrograman yang dipakai adalah diagram tangga.

Dalam Gambar 11 ditunjukkan layout program desain yang menggunakan diagram tangga.

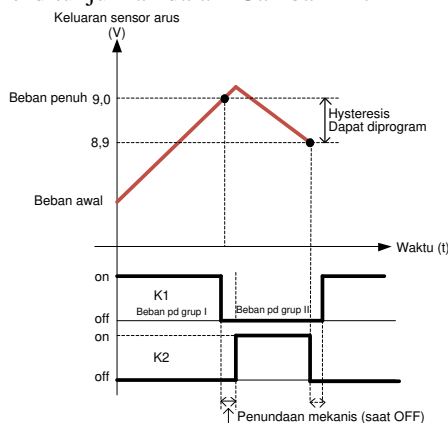


Gambar 11. Desain Program Diagram Tangga
Sumber : Software Smart relay

G. Algoritma Pemrograman

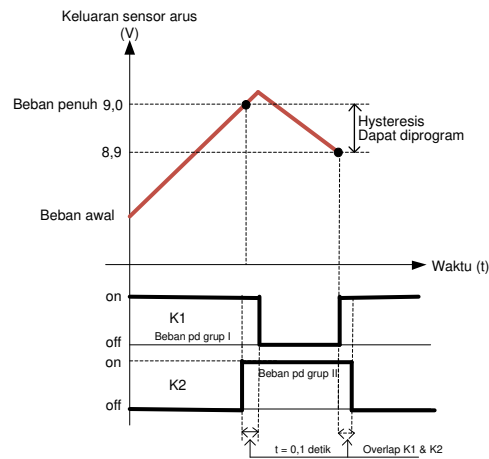
Hal yang terpenting dalam pemrograman Smart relay adalah pembacaan keluaran tegangan sensor arus yang berkisar dari 0 Volt (tanpa beban) hingga 9,0 Volt (beban penuh/1100 Watt). Rentang tegangan ini akan selalu dibaca oleh Smart relay, jika tegangan keluaran.

Pada kondisi awal Smart relay akan selalu menempatkan beban pada grup I, kemudian tegangan keluaran sensor arus akan dibaca oleh Smart relay. Jika tegangan sensor arus yang terbaca < 9 Volt maka program dibuat sedemikian rupa, beban tetap ditempatkan pada grup I. Jika tegangan keluaran sensor arus yang terbaca ≥ 9 Volt maka program dibuat sedemikian rupa, beban dipindahkan pada grup II. Jika proses pemindahan beban antar grup dilakukan secara serentak oleh K1 dan K2 dalam Gambar 10, maka secara mekanis akan terjadi penundaan (*delay time*), sehingga supply beban menjadi terinterupsi (ada saat OFF). Peristiwa ini mengakibatkan peralatan yang terpasang pada beban (PC, TV) akan mengalami reset seperti ditunjukkan dalam Gambar 12.



Gambar 12. Diagram Waktu Pemindahan Beban Serentak

Untuk mengatasi kondisi diatas di dalam perancangan program pada smart relay dibuat sedemikian rupa bahwa saat OFF K1 dan saat ON K2 tidak dilakukan dengan serentak. Sebelum K1 OFF, K2 dibuat dalam kondisi ON terlebih dahulu, kemudian dilakukan penundaan oleh program selama 0,1 detik, diteruskan dengan membuat kondisi K1 OFF seperti ditunjukkan dalam Gambar 13.

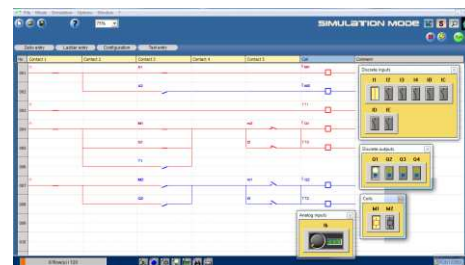


Gambar 13. Diagram Waktu Pemindahan Beban Overlap

Dalam Gambar 13 terlihat bahwa perpindahan beban pada setiap grup tidak mengalami interupsi (saat OFF). Kondisi ini menyebabkan semua jenis peralatan listrik dapat dipasang.

H. Simulasi

Software yang sudah jadi dibuat pada program Smart relay Soft 2, disimulasikan dengan menggunakan fasilitas simulasi yang ada pada Smart relay. Dengan cara ini, dapat diperkirakan bagaimana jalan software yang telah dibuat. Simulasi berikutnya dilakukan dengan cara mengaplikasikan secara langsung software yang telah dibuat pada hardware. Setelah perancangan dibuat dalam diagram tangga, simulasi perancangan ditunjukkan dalam Gambar 14.



Gambar 14. Simulasi Desain Program
Sumber : Software Smart relay

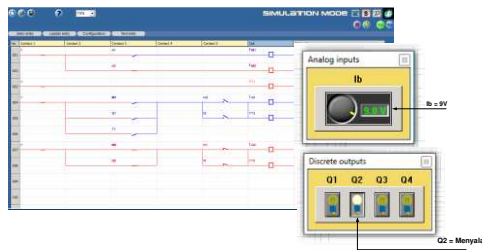
IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Pengujian dengan Software Smart relay

Program yang telah dibuat pada PC di *download* ke Smart relay. Pada pengujian ini, besarnya tegangan keluaran sensor arus yang digambarkan dengan potensiometer virtual (I_b) akan menentukan posisi beban ke grup I yang digambarkan dengan Q1, atau grup II yang digambarkan dengan Q2. Pada saat disimulasikan keluaran tegangan sensor arus sebesar 0 - 8,9 Volt, terlihat beban berada pada grup I (Q1). Pada saat disimulasikan keluaran tegangan sensor arus 9 Volt beban berpindah ke grup II (Q2). Ditunjukkan dalam Tabel 1.

Hasil simulasi menggunakan software smart relay ditunjukkan dalam Gambar 15. Dalam gambar terlihat

bahwa $I_b = 9,0$ Volt dan menyebabkan perpindahan beban pada grup II (Q2 menyala).



Gambar 15. Pengujian Input Analog pada 9,0 Volt
Sumber : Software Soft 2 Smart relay

Apabila tegangan input analog I_b diturunkan (yang memberi gambaran penurunan beban) dari 9,0 Volt, maka pada saat mencapai tegangan 8,9 Volt, beban berpindah ke grup I (Q1 menyala) ditunjukkan dalam Tabel 2.

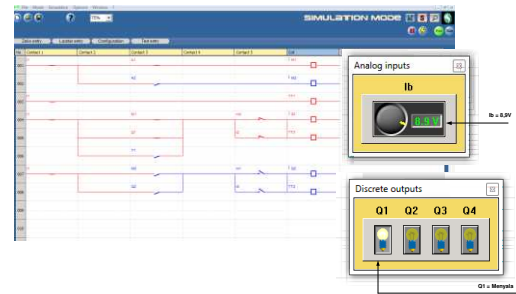
Dalam Tabel 1 dan 2 pada bagian yang cetak tebal menunjukkan bahwa perpindahan beban dari grup I dan grup II atau sebaliknya tidak mengalami interruptsi (saat OFF).

Hasil simulasi pengukuran Tabel 2 ditunjukkan dalam Gambar 16.

TABEL 1
HASIL PENGUJIAN INPUT ANALOG (I_b) SEBESAR 0- 9,2 VOLT

Input Analog (> 9 Volt)	Output Discrete		
	Q 1	Q 2	
0	nyala	mati	
8	nyala	mati	
8,1	nyala	mati	
8,2	nyala	mati	
8,3	nyala	mati	
8,4	nyala	mati	
8,5	nyala	mati	
8,6	nyala	mati	
8,7	nyala	mati	
8,8	nyala	mati	
8,9	nyala	nyala	
9	nyala	nyala	0,1 s
9,2	mati	nyala	

Sumber : Software Soft 2 pada Smart relay



Gambar 16. Pengujian Input Analog pada 8,9 Volt
Sumber : Software Soft 2 Smart relay

B. Pengujian Beban Dengan Trafo Arus

Pengukuran arus beban ditunjukkan dalam Gambar 17, dimana beban yang dipakai yaitu beban resistif (lampu pijar $L1 - L2 = 150$ Watt, $L3 - L6 = 200$ Watt). Pemasangan beban, amperemeter dan trafo arus adalah hubungan seri, hasil dari pengukuran ini dapat dilihat dalam Tabel 3.

C. Pengujian Beban Dengan Output Sensor Arus

Pengujian beban dengan sensor arus dilakukan pertama dengan beban 150 Watt menghasilkan tegangan primer 0,01 Volt pada sisi primer trafo sampai pada beban keseluruhan (1100 Watt). Pengujian tegangan sekunder 0,1 Volt pada sisi sekunder dengan beban 150 Watt sampai dengan 1100 Watt menghasilkan tegangan 0,1 Volt.

TABEL 2.
PENGUJIAN DENGAN INPUT ANALOG (I_b) SEBESAR 9,2 - 0 VOLT

Input Analog (< 9 Volt)	Output Discrete		
	Q 1	Q 2	
9,2	mati	nyala	
9	mati	nyala	
8,9	nyala	nyala	0.1s
8,8	nyala	mati	
8,7	nyala	mati	
8,6	nyala	mati	
8,5	nyala	mati	
8,4	nyala	mati	
8,3	nyala	mati	
8,2	nyala	mati	
8,1	nyala	mati	
8	nyala	mati	
0	nyala	mati	

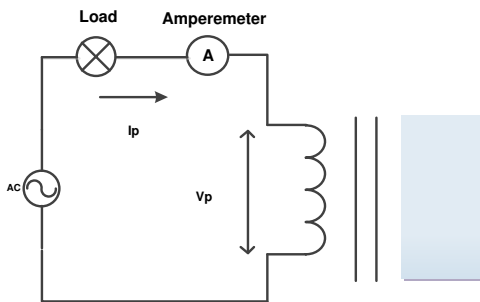
Sumber : Software Soft 2 pada Smart relay

TABEL 3.
HASIL PENGUJIAN BEBAN DENGAN TRAFO ARUS

Beban (Watt)	I (Ampere)
150	0,7
300	1,4
500	2,3
700	3,2
900	4,2
1100	5,1

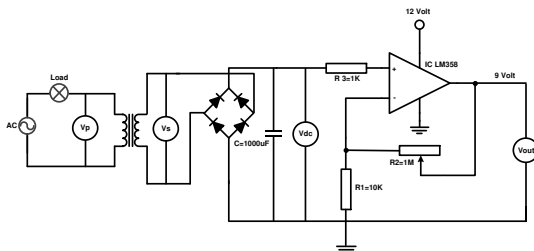
TABEL 4.
HASIL PENGUJIAN BEBAN DENGAN SENSOR ARUS

Beban (Watt)	Vp (Volt AC)	Vs (Volt AC)	V (Volt DC)	Vout (Volt DC)
150	0,01	0,1	0,074	1,3
300	0,02	0,2	0,147	2,5
500	0,06	0,3	0,246	4,2
700	0,04	0,4	0,344	5,8
900	0,05	0,5	0,442	7,5
1100	0,06	0,6	0,540	9,2



Gambar 17. Pengukuran Arus Beban

Dalam Gambar 18, menunjukkan pengukuran beban dan tegangan.



Gambar 18. Pengukuran Tegangan Output Sensor Arus

D. Analisis Hasil Pengujian

Didalam analisis ini akan dibandingkan tabel menurut hasil pengukuran dan tabel menurut rumus-rumus hasil perancangan pada pembahasan sebelumnya. Perhitungan dimulai dari memasukkan hasil pengukuran V_p untuk setiap perubahan beban.

1) Pengukuran Beban 1200 Watt dengan V_p hasil.

- Hasil pengukuran V_p (tegangan AC primer) = 0,07 Volt

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$V_s = \frac{N_s}{N_p} \cdot V_p$$

$$V_s = \frac{100}{10} \times 0,07$$

$$V_s = 0,7 \text{ Volt}$$

- Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor arus sebesar 0,7 V_{AC} efektif.

Sehingga :

$$V_{\max} = 0,7 \text{ Volt} \times \sqrt{2} = 0,989 \text{ Volt}$$

$$V_{DC} = V_{\max} \times 0,6367$$

$$V_{DC} = 0,848 \text{ Volt} \times 0,6367$$

$$V_{DC} = 0,630 \text{ Volt}$$

$$A_v = 1 + \frac{R_v}{R_1}$$

$$V_{out} = 0,630 \text{ Volt} \times 17$$

$$V_{out} = 10,7 \text{ Volt}$$

2) Beban 1100 Watt dengan V_p hasil pengukuran.

- V_p (tegangan AC primer) = 0,06 Volt

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$V_s = \frac{N_s}{N_p} \cdot V_p$$

$$V_s = \frac{100}{10} \times 0,06$$

$$V_s = 0,6 \text{ Volt}$$

- Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor arus sebesar 0,6 V_{AC} efektif.

Sehingga :

$$V_{\max} = 0,6 \text{ Volt} \times \sqrt{2} = 0,848 \text{ Volt}$$

$$V_{DC} = V_{\max} \times 0,6367$$

$$V_{DC} = 0,848 \text{ Volt} \times 0,6367$$

$$V_{DC} = 0,540 \text{ Volt}$$

$$A_v = 1 + \frac{R_v}{R_1}$$

= Penguatan disetting 50 kali

$$V_{out} = 0,54 \text{ Volt} \times 17$$

$$V_{out} = 9,18 \text{ Volt}$$

3) Beban 900 Watt, dimana $V_p = 0,05$ Volt

- $V_p = 0,05$ Volt

$$V_s = \frac{100}{10} \times 0,05$$

$$V_s = 0,5 \text{ Volt}$$

- Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor arus sebesar 0,5 V_{AC} efektif.

Sehingga :

$$V_{\max} = 0,5 \text{ Volt} \times \sqrt{2} = 0,707 \text{ Volt}$$

$$V_{DC} = 0,707 \text{ Volt} \times 0,6367$$

$$V_{DC} = 0,450 \text{ Volt}$$

$$A_v = 1 + \frac{R_v}{R_1}$$

$$V_{out} = 0,450 \text{ Volt} \times 17$$

$$V_{out} = 7,7 \text{ Volt}$$

4) Beban 700 Watt, dimana $V_p = 0,04$ Volt

- $V_P = 0,04$ Volt

$$V_s = \frac{100}{10} \times 0,04$$

$$V_s = 0,4 \text{ Volt}$$

- Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor arus sebesar $0,4 V_{AC}$ efektif.

Sehingga :

$$V_{\max} = 0,4 \text{ Volt} \times \sqrt{2} = 0,566 \text{ Volt}$$

$$V_{DC} = 0,566 \text{ Volt} \times 0,6367$$

$$V_{DC} = 0,360 \text{ Volt}$$

- $A_v = 1 + \frac{R_v}{R_1}$

$$V_{out} = 0,360 \text{ Volt} \times 17$$

$$V_{out} = 6,1 \text{ Volt}$$

- 5) Beban 500 Watt, dimana $V_P = 0,03$ Volt

- $V_P = 0,03$ Volt

$$V_s = \frac{100}{10} \times 0,03$$

$$V_s = 0,3 \text{ Volt}$$

- Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor arus sebesar $0,3 V_{AC}$ efektif.

Sehingga :

$$V_{\max} = 0,3 \text{ Volt} \times \sqrt{2} = 0,424 \text{ Volt}$$

$$V_{DC} = 0,424 \text{ Volt} \times 0,6367$$

$$V_{DC} = 0,270 \text{ Volt}$$

- $A_v = 1 + \frac{R_v}{R_1}$

$$V_{out} = 0,270 \text{ Volt} \times 17$$

$$V_{out} = 4,59 \text{ Volt}$$

- 6) Beban 300 Watt, dimana $V_P = 0,02$ Volt

- $V_P = 0,02$ Volt

$$V_s = \frac{100}{10} \times 0,02$$

$$V_s = 0,2 \text{ Volt}$$

- Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor arus sebesar $0,2 V_{AC}$ efektif.

Sehingga :

$$V_{\max} = 0,2 \text{ Volt} \times \sqrt{2} = 0,283 \text{ Volt}$$

$$V_{DC} = 0,283 \text{ Volt} \times 0,6367$$

$$V_{DC} = 0,180 \text{ Volt}$$

- $A_v = 1 + \frac{R_v}{R_1}$

$$V_{out} = 0,180 \text{ Volt} \times 17$$

$$V_{out} = 3,06 \text{ Volt}$$

- 7) Beban 150 Watt, dimana $V_P = 0,01$ Volt

- $V_P = 0,01$ Volt

$$V_s = \frac{100}{10} \times 0,01$$

$$V_s = 0,1 \text{ Volt}$$

- Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor arus sebesar $0,1 V_{AC}$ efektif.

Sehingga :

$$V_{\max} = 0,1 \text{ Volt} \times \sqrt{2} = 0,141 \text{ Volt}$$

$$V_{DC} = 0,141 \text{ Volt} \times 0,6367$$

$$V_{DC} = 0,090 \text{ Volt}$$

- $A_v = 1 + \frac{R_v}{R_1}$

$$V_{out} = 0,090 \text{ Volt} \times 17$$

$$V_{out} = 1,53 \text{ Volt}$$

Dari hasil analisis diatas dapat dibuat tabel perbandingan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan menurut persamaan pada pembahasan sebelumnya.

8) Beban Personal Computer (PC) 500 Watt

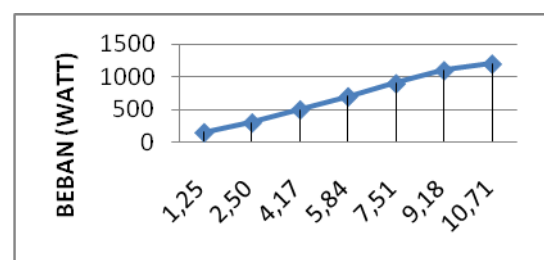
Personal Computer merupakan piranti dengan Power Supply yang tidak boleh diinterupsi. Setelah dilakukan percobaan yang ditunjukkan dalam Tabel 1 dan 2, pada saat beban mengalami perpindahan dari grup I ke grup II atau sebaliknya, komputer tidak mengalami reset.

Dari hasil analisis diatas dapat dibuat tabel perbandingan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan menurut persamaan pada pembahasan sebelumnya.

TABEL 5.
PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

Beban (Watt)	V_P (Volt AC)	V_s (Volt AC)		V (Volt DC)		V_{out} (Volt DC)	
		Terukur	Analisis	Terukur	Analisis	Terukur	Analisis
150	0,01	0,1	0,1	0,074	0,090	1,3	1,5
300	0,02	0,2	0,2	0,147	0,180	2,5	3,1
500	0,03	0,3	0,3	0,246	0,270	4,2	4,6
700	0,04	0,4	0,4	0,344	0,360	5,9	6,1
900	0,05	0,5	0,5	0,442	0,450	7,5	7,7
1100	0,06	0,6	0,6	0,540	0,540	9,2	9,2
1200	0,07	0,7	0,7	0,630	0,630	10,7	10,7

Dari Tabel 5, terlihat bahwa pada beban 1200 Watt telah terjadi perpindahan beban dimana output sensor (V_{out}) telah melewati batas setting (10,7 Volt) pada Smart relay. Unjuk kerja dari desain kontrol ini sangat peka (sensitif) bila terjadi perpindahan beban dari grup I ke grup II maupun sebaliknya. V_s , V_{DC} , dan V_{out} terukur dan analisis hanya terdapat sedikit penyimpangan. Hal ini menunjukkan bahwa rangkaian sensor arus yang dirancang bekerja mendekati linier seperti ditunjukkan dalam Gambar 19.



Gambar 19. Fungsi Beban Terhadap Output Sensor Arus

V. KESIMPULAN

1. Dengan menerapkan sistem kontrol beban lebih, pembagian beban menjadi terkontrol dan selalu seimbang pada setiap grup.
2. Dari hasil pengukuran dan analisis menunjukkan bahwa sensor arus hasil rancangan bekerja secara linier pada setiap perubahan beban.
3. Pembagian beban dengan model switching dengan menggunakan kontaktor, dapat diterapkan pada beban elektronik seperti PC. Hal ini dapat dilakukan karena proses switching pemindahan beban dilakukan secara software (programmable) antar grup.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Panitia Revisi PUIL. 2000. Peraturan Umum Instalasi Listrik Indonesia. Panitia Revisi PUIL. Jakarta
- [2] T Abdul Hafid, Peningkatan Kerja Panel Distribusi Utama TR, Jurnal Sigma Epsilon Vol.11No.3, ISSN 0853 – 9103, Agustus 2007
- [3] Schneider.2001. Zelio-Logic Smart Relay.
- [4] Elemeccanique Electric
- [5] Sumardi.2005.Dasar-dasar Transformator. PT. Pradyta Paramita. Jakarta
- [6] www.DatasheetCatalog.com. Datasheet for electronic components.
- [7] Hugnes. Frederick. 1987. Panduan Op-Amp. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta
- [8] Burnawi Edy. 1987, Kontrol Motor. Pusat Penataran Guru dan Teknologi. Bandung